

- Der Folienschlauchkollektor benötigt zum Aufbau eine ebene Fläche, in die Erdnägel eingeschlagen werden können. Die Luftanwärmung dürfte infolge des fehlenden Luftpolsters unter dem Kollektor geringer sein. Der Aufbau ist ebenfalls sehr arbeitsaufwendig. Eine schnelle Umsetzung zu einem anderen Heuventilator scheint ebenfalls nicht möglich zu sein.
- Der Sonnenkollektor benötigt einen größeren Material- und Energieaufwand. Auch der Aufwand für das Auf- und Abbauen ist wesentlich höher.

6. Praxisergebnisse

Spezielle Untersuchungen dienten dem Nachweis der Einsparung von Elektroenergie bei der Heubelüftung im Unterflur-Rostkanalsystem. Zu diesem Zweck wurden an einer Versuchsanlage 2 Kollektoren aufgebaut (Bild 2). Sie führten ihre angewärmte Luft dem Ventilator LAV 1000 zu (Bild 3). Am Kollektorausgang wurde bei wolkeigem Wetter mit Niederschlägen während der Belüftungsperiode eine mittlere tägliche Luftanwärmung von 6 K erzielt. Nach der Vermischung mit der Kaltluft betrug diese noch 2,4 K. Dadurch konnte die Trocknung 4 Tage früher als in der kaltbelüfteten Vergleichsanlage abgeschlossen werden. Die Elektroenergieeinsparung betrug 20% (Tafel 1). Im Vergleich zur Kaltbelüftung kann auch Heu, das um 5 bis 10% feuchter als im Standard TGL 21 676 zugelassen, eingelagert werden.

Der TS-Gehalt von 50% ist allerdings nicht zu unterschreiten [7]. Durch diese Maßnahme können die Qualitätsverluste bei der Feldtrocknung z. T. erheblich reduziert werden.

7. Schlußfolgerungen

Die entwickelten und erprobten Luftkollektoren entsprechen den Anforderungen der Praxis. Sie können in den Sommermonaten zur Lösung zahlreicher Aufgaben eingesetzt werden. Sie sind daher zur Anwendung zu empfehlen. Die Kollektoren müssen z. Z. vom Anwender selbst hergestellt werden. Beim Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben kann eine Anwenderdokumentation, die u. a. detaillierte Fertigungshinweise enthält, angefordert werden. Weitere Auskünfte gibt die LPG(P) „1. Mai“ Streufdorf, Bezirk Suhl, wo Kollektoren auch zur Getreidebelüftung eingesetzt werden.

8. Zusammenfassung

In den Sommermonaten werden in der DDR-Landwirtschaft noch zahlreiche fossile Energieträger zur Luftanwärmung eingesetzt. Im Beitrag werden die Entwicklung und die Erprobung eines ortsbeweglichen Sonnenkollektors zur Luftanwärmung beschrieben. Dieser Kollektor wird relevanten Varianten gegenübergestellt. Anhand der Heubelüftung wird an einem Beispiel eine Elektroenergie-

einsparung von 20% nachgewiesen. Interessenten können eine Anwenderdokumentation anfordern.

Literatur

- [1] Swieczkowski, K.; Stengler, K.-H.; Trogisch, A.; Lippold, H.: Einsatz von Sonnenenergie in Heubelüftungsanlagen. agrartechnik, Berlin 36(1986)2, S. 87-93.
- [2] Lippold, H.; Trogisch, A.; Friedrich, H.: Wissensspeicher Solartechnik. Leipzig: Fachbuchverlag 1984.
- [3] WP 270358 DD Sonnenkollektor zur Luftanwärmung. Anmeldetag: 23. März 1988.
- [4] Schulz, H.: Das Solarzelt. Ein neuer preiswerter und leistungsfähiger Luftkollektor aus Kunststoffgewebe. Institut für Landtechnik Freising-Weißenstephan, 1989.
- [5] Energy use and production in agriculture. Energy sources for agriculture (Energieanwendung für die Landwirtschaft). Council for Agricultural Science and Technology, Iowa (1984)99, S. 16-22.
- [6] Geliopogrevatel' vozducha dlja suški sel' s choz. materialov GPV-240 (Sonnen-Luftwärmer für die Belüftung landwirtschaftlicher Materialien GPV-240). Gosagroprom BSSR Minsk 1988.
- [7] Elsäßer, M.: Solarkollektoren für die Heutrocknung. Ein neues kostengünstiges Trocknungsverfahren. DLG-Mitteilungen, Frankfurt/Main 102 (1987)8, S. 414-416. A 5864

Leistungsfähigkeit und Effektivität von Sonnenkollektoren bei der Heubelüftung

Dr. sc. techn. A. Spittel, KDT, Institut für Futterproduktion Paulinenaue der AdL der DDR

1. Einleitung

Die Erwärmung der Trocknungsluft mit Sonnenkollektoren ist eine mögliche Maßnahme, durch Erhöhung des Wasseraufnahmevermögens der Luft die Trocknung des Belüftungsgutes zu beschleunigen. Die Tag für Tag von der Sonne gratis gelieferte Globalstrahlung und deren tages- und langzeitlich schwankender Betrag erfordern eine besondere Aufmerksamkeit für diese Energiequelle zur Lufterwärmung, zumal die Heuproduktion zeitlich mit dem Hauptstrahlungsangebot der Sonne zusammenfällt.

Die bisherigen Forschungsergebnisse zur Heutrocknung mit solar erwärmter Luft zeigen im Vergleich zur Kaltlufttrocknung folgende Vorteile:

- Das erhöhte Wasseraufnahmevermögen der Luft ermöglicht um 5 bis 10% höhere Einlagerungsgutfeuchten [1, 2, 3].
- Der spezifische Energieeinsatz kann bis zu 50% reduziert werden [2, 4, 5].
- Bei unveränderter Einlagerungsgutfeuchte wird die Konservierungszeit bis auf die Hälfte verkürzt [6].
- Die Nutzung von Solarenergie verursacht weder Lärm noch Schadstoffe.

Aber auch die Nachteile müssen beachtet werden:

- Die Leistungen der Kollektoren hängen direkt von der Bestrahlungsstärke ab.
- Bei hohen Einlagerungsgutfeuchten kann in Schlechtwetterperioden eine zusätzliche Anwärmung der Zuluft erforderlich werden [7, 8].
- Die Gutschichten unmittelbar nach dem Lufteintritt werden übertröcknet.
- Zur Installation der Kollektoren werden größere Dach- oder Grundflächen benötigt, die jedoch meistens vorhanden sind.
- Jede Lufterwärmung steigert die Gefahr der Trockenkaminbildung im Haufwerk und damit die Luftverluste [9].
- Der Sonnenkollektor setzt dem Luftstrom einen Widerstand entgegen, bei strömungstechnisch ungünstiger Auslegung können durch Drosselung des Luftstromes alle zuvor aufgeführten Vorteile aufgehoben werden [10].

Erkenntnislücken bestehen zum quantitativen Einfluß der Witterung, der spezifischen Solarkollektorfläche und verschiedener Wechselwirkungen auf die Verfahrenskennwerte, vor allem auf die Qualitätsparameter. Den Konstrukteuren und Projektanten von Sonnenkollektoren fehlen begründete Vorgaben zu den zulässigen Kosten für Anlagen zur solaren Lufterwärmung.

Mit Hilfe der Computersimulation der Belüftungskonservierung von Heu wurde die solare Lufterwärmung eingehend untersucht und bewertet.

2. Methode

Auf Grundlage der in [11] veröffentlichten Berechnungsgleichungen wurde ein Simulationsprogramm der Belüftungskonservierung von Heu für 8-bit-Arbeitsplatzrechner mit dem Betriebssystem SCP entwickelt. Die Berechnung der von Ort und Zeit abhängigen Temperaturen und Feuchten von Luft und Gut erfolgte mit einem vereinfachten Differentialgleichungsmodell. Erforderliche Berechnungsgleichungen zur Trocknungs- und Befeuchtungskinetik des Halbheus wurden aus dreijährigen Versuchen abgeleitet [12]. Die Berechnungen der Trockensubstanzverluste, der Schimmelbildung, des Energieeinsatzes und der finanziellen Erlöse aus dem Verfahren ergaben alle erforderlichen Bewertungsgrößen zur Effektivitätsbewertung einer solaren Lufterwärmung. Als sich ergänzende Methoden wurden einerseits die finanziellen Erlöse aus dem Verkauf des Heus und andererseits die von Neubert [13] entwickelte Methode mit anteiliger Verfütterung des Heus an Milchrinder und Berechnung

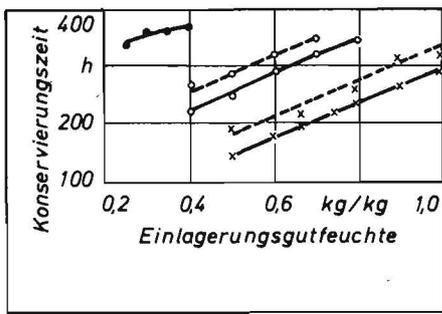


Bild 1. Abhängigkeit der Konservierungszeit von Einlagerungsgutfeuchte, Witterung und solarer Lufterwärmung (Konservierungszeit bei ungünstiger Witterung und Kaltbelüftung > 465 h);
 - - - Belüftung mit Kaltluft
 — Belüftung mit solar erwärmter Luft ($f_{sol} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2$)

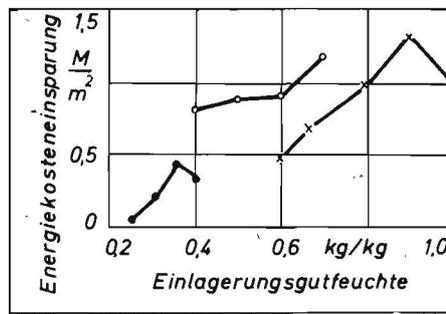


Bild 2. Einsparung von Energiekosten durch solare Lufterwärmung bei verschiedenen Witterungen

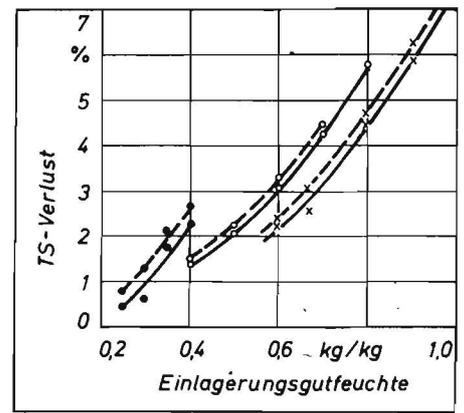


Bild 3. Abhängigkeit der Trockensubstanzverluste von Einlagerungsgutfeuchte, Witterung und solarer Lufterwärmung

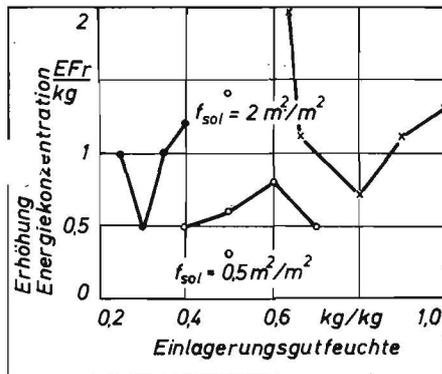


Bild 4. Erhöhung der Energiekonzentration durch solare Lufterwärmung bei verschiedenen Witterungen und spezifischen Solarkollektorflächen f_{sol}

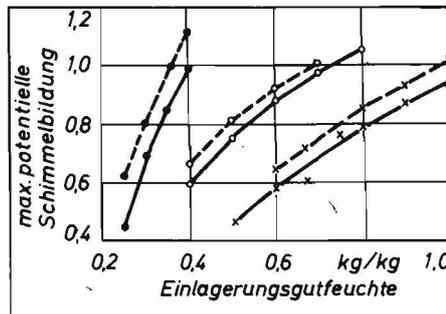


Bild 5. Reduzierung der maximalen potentiellen Schimmelbildung durch solare Lufterwärmung bei verschiedenen Witterungen;
 - - - Belüftung mit Kaltluft
 — Belüftung mit solar erwärmter Luft ($f_{sol} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2$)

stiger Witterung und höchsten Bestrahlungsstärken erreicht. Jedoch wird das geringe Wasseraufnahmevermögen der Luft bei ungünstiger Witterung relativ in gleicher Größenordnung wie bei günstiger Witterung erhöht. Das ist die Ursache, daß auch bei ungünstiger Witterung mit geringer Globalstrahlung deutliche Verbesserungen der Bewertungsgrößen durch solare Lufterwärmung eintreten.

Die ausgewiesenen finanziellen Mehrerlöse kennzeichnen die zulässigen Aufwendungen zur Realisierung der solaren Lufterwärmung. Diese beinhalten die anteiligen Abschreibungen, die Betriebskosten und den zu erwirtschaftenden Gewinn. In beiden verglichenen Verfahrensvarianten wurde verderbfreie Konservierung unterstellt. Die geringeren Energiekosten wurden in den Mehrerlösen bereits berücksichtigt.

Würde durch die solare Lufterwärmung Schimmelbildung vermieden, erhöhten sich die zulässigen maximalen Kosten durch die Werterhaltung des Heus auf 4 bis 14 M/m^2 je Konservierung, berechnet auf der Grundlage des Erlöses aus der anteiligen Milchproduktion, bzw. auf 50 bis 74 M/m^2 je Konservierung, berechnet aus den Verkaufserlösen des Heus. Die Vermeidung von Verderb durch solare Lufterwärmung bildet nicht den Regelfall der Anwendung von Sonnenkollektoren. Vielmehr sollte die solare Lufterwärmung zur Erhöhung der Einlagerungsgutfeuchte genutzt werden.

3.2. Verfahrenvergleich bei gleicher Verderbgefährdung

In Tafel 1 werden die Verfahrenskennwerte der Belüftungskonservierung mit Kaltluft und mit solar erwärmter Luft bei annähernd gleicher potentieller Schimmelbildung gegenübergestellt. Daraus sowie aus den Bildern 1 bis 5 sind folgende Ergebnisse ablesbar. Bei einer spezifischen Kollektorfläche von $1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ Bergeraumgrundfläche sind Erhöhungen der Einlagerungsgutfeuchte um 0,04 bis 0,07 kg Wasser/ kg TS möglich, was einer Minderung des Trockensubstanzgehalts von 60% auf 58% bzw. von 70% auf 67% entspricht. Diese Änderung ist von der Witterung zur Belüftungskonservierung unabhängig. Sie kennzeichnet die Reduzierung des witterungsbedingten Verfahrensrisikos und der verfahrensbedingten Qualitätsminderung beim Welken.

Die finanziellen Mehrerlöse von 2 bis 4,50 M/m^2 je Konservierung sind mit den Mehrerlösen durch solare Lufterwärmung

der Verkaufserlöse aus der Milch angewendet. Veränderungen der Qualitätsparameter des produzierten Heus wirkten sich direkt auf den Verkaufserlös aus. Die Verkaufserlöse abzüglich der Produktionsselbstkosten bis zum Konservierungsbeginn und der Energiekosten ergaben die zulässigen Verfahrenskosten einschließlich des zu erwirtschaftenden Gewinns.

Die Leistungsfähigkeit und die Effektivität des Verfahrens der Belüftungskonservierung werden maßgeblich durch die Witterung beeinflusst. In Anlehnung an statistische Auswertungen des meteorologischen Dienstes zu Klimadaten der DDR wurde eine Witterungsdatei mit Tagesgängen verschiedener Wahrscheinlichkeit der Stundenwerte von Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte und Globalstrahlung auf eine horizontale Fläche konstruiert. Mit diesen Größen sind der Luftzustand präzise und die Energiewandlung durch den Sonnenkollektor hinreichend genau berechenbar. Unterstellt wurde ein Wirkungsgrad des Sonnenkollektors von 40%. Die Simulationsrechnungen wurden für ungünstige, durchschnittliche und günstige Witterungen des Standorts Potsdam durchgeführt. Die Haufwerkshöhe betrug bei durchschnittlichen Strömungsgeschwindigkeiten von 0,111 bis 0,120 m/s zwischen 4,0 und 4,5 m . Die Ergebnisse sind für ein Verhältnis der Solarkollektorfläche zur Bergeraumgrundfläche von 1 gültig.

3. Ergebnisse der Simulationsrechnungen

Die objektive Bewertung der solaren Belü-

tungskonservierung erfordert zwei verschiedene Betrachtungen:

- Verfahrenvergleich bei konstanter Einlagerungsgutfeuchte
- Verfahrenvergleich bei gleicher Verderbgefährdung.

Bei gleichzeitiger Veränderung von Einlagerungsgutfeuchte und Verderbgefährdung wäre nur ein wesentlich unschärferer Verfahrenvergleich durchzuführen. Die Bilder 1 bis 5 kennzeichnen die Ergebnisveränderungen in Abhängigkeit von der Einlagerungsgutfeuchte und von der solaren Lufterwärmung bei drei Witterungen:

- ungünstige Witterung (●)
- durchschnittliche Witterung (○)
- günstige Witterung (×).

3.1. Verfahrenvergleich bei konstanter Einlagerungsgutfeuchte

Mit einer spezifischen Kollektorfläche von $1 \text{ m}^2/\text{m}^2$ Bergeraumgrundfläche ergeben sich folgende Veränderungen:

- 0,5 bis 1,5 Efr/kg weniger Rückgang der Energiekonzentration
- 5 bis 10% geringere maximale potentielle Schimmelbildung
- Verlustminderung um 0,2 bis 0,4 %
- rd. 20% Reduzierung der Konservierungszeit
- bis zu 20% geringerer Energieeinsatz
- finanzielle Mehrerlöse je Konservierung zwischen 1 und 5 M/m^2 .

Die finanziellen Mehrerlöse und die Einsparungen an Elektroenergie sind witterungsabhängig. Die größten Effekte werden bei gün-

bei konstanter Einlagerungsgutfeuchte vergleichbar. Die Mehrerlöse bei erhöhter Einlagerungsgutfeuchte resultieren aus der höheren Energiekonzentration des Heus und den geminderten Produktionselbstkosten beim Welken.

Mit der Erhöhung der Einlagerungsgutfeuchte wird die erforderliche auszutragende Wassermasse größer. Die Zunahme der Konservierungszeit, der höhere Rückgang der Energiekonzentration und die Vergrößerung der TS-Verluste mit der Einlagerungsgutfeuchte sind größer, gleich der entgegengesetzten Wirkung durch solare Luft-erwärmung. Die häufig in der Literatur vertretene Auffassung, durch solare Lufterwärmung könnten gleichzeitig die Einlagerungsgutfeuchte erhöht sowie die Konservierungszeit, die TS-Verluste und der Energieeinsatz gemindert werden, ist nicht richtig. Positive Effekte sind die Minderung der erforderlichen Welkzeit sowie die Erhöhung des Wasseraufnahmevermögens der Luft und der Energiekonzentration des Heus. Zur simultanen Verbesserung aller Prozeßkenngrößen wären größere spezifische Solarkollektorflächen erforderlich.

Näherungsweise kann eine lineare Abhängigkeit der Ergebnisveränderungen von der spezifischen Solarkollektorfläche angenommen werden, wie das im Bild 4 am Beispiel der Erhöhung der Energiekonzentration im Bereich der spezifischen Solarkollektorfläche bis zu 2 m²/m² belegt wird. Die zulässigen finanziellen Aufwendungen je m² Kollektorfläche werden durch die spezifische Kollektorfläche unwesentlich beeinflusst.

4. Zusammenfassung

Mit einem Computerprogramm zur Belüftungskonservierung von Heu wurde der Einfluß solarer Lufterwärmung auf die Verfahrensparameter untersucht. Erstmals wurden die Wirkungen der solaren Lufterwärmung systematisch für verschiedene Witterungsbedingungen quantifiziert und zulässige finanzielle Aufwendungen angegeben. Eine spezifische Solarkollektorfläche von 1 m²/m² Bergeraumgrundfläche ermöglicht bei gleichbleibender Verderbgefährdung eine Erhöhung der Einlagerungsgutfeuchte um

Tafel 1. Vergleich Belüftungskonservierung mit Kaltluft und mit solar erwärmter Luft bei annähernd gleicher potentieller Schimmelbildung

Witterung spezifische Solarkollektorfläche in m ² /m ²	ungünstig		durchschnittlich		günstig	
	0	1	0	1	0	1
Einlagerungsgutfeuchte in kg Wasser/kg TS	0,35	0,40	0,60	0,70	0,60	0,67
Konservierungszeit in h	465	366	312	315	190	194
Wasseraufnahme in g Wasser/kg Luft	0,87	1,05	1,28	1,50	2,45	2,72
Energieeinsatz in MJ/kg Wasser	1,47	1,22	1,12	0,96	0,53	0,48
Energiekosten in M/m ²	5,86	6,60	11,88	12,66	7,16	7,42
maximale potentielle Schimmelbildung	0,99	0,98	0,92	0,97	0,64	0,60
TS-Verlust in %	2,1	2,3	3,3	4,3	2,4	2,6
Energiekonzentration in EFr/kg TS	488	491	501	503	504	507
Mehrerlöse Milchproduktion je Konservierung in M/m ²		4,10		2,11		4,49
Mehrerlöse Verkauf von Heu je Konservierung in M/m ²		2,85		2,02		3,36

0,04 bis 0,07 kg Wasser/kg TS. Bei unveränderter Einlagerungsgutfeuchte wird die potentielle Schimmelbildung um 5 bis 10% reduziert. Die finanziellen Mehrerlöse je m² Solarkollektorfläche und je Konservierungszeit betragen witterungsabhängig 2 bis 4,50 M. Aus diesen Mehrerlösen sind die anteiligen Abschreibungen, die Betriebskosten und der zu erwirtschaftende Gewinn zu finanzieren. Unberücksichtigt blieb bei dieser ökonomischen Kalkulation das zunehmende allgemeingesellschaftliche Interesse zur Nutzung ökogener Energiequellen.

Literatur

- [1] Elsäßer, M.: Solarkollektoren für die Heutrocknung. DLG-Mitteilungen, Frankfurt (Main) 102(1987)8, S. 414–416.
- [2] Swieczkowski, K.: Mechanisierungsmöglichkeiten zur Senkung der Qualitätsverluste und des Energiebedarfs bei der Heubelüftung. Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft, Schlieben, F/E-Bericht 1989.
- [3] Mjulljar, A. G.; Chapskij, P. A.; Achmedov, M. Š.: Wirksamkeit des Einsatzes von Solarenergie für die Heubelüftung. Progressivnye tehnologii zagotovki i ispolzovanie kormov, Moskva (1987)37, S. 23–32.
- [4] Huber, H.; Weingartmann, H.: Ist die Luftanwärmung mit solarer Luftanwärmung wirt-

- schäftlich? Praktische Landtechnik, Wien 38(1985)5, S. 14–17.
- [5] Baumgartner, J.: Verfahren für die Heubelüftung. Schweizer Landtechnik, Brugg 48(1986)7, S. 12–16.
- [6] Nydegger, F.; Baumgartner, J.; Pazeller, A.: Sonnenkollektor- und Kaltbelüftung – ein gleich. Schweizer Landtechnik, Brugg 43(1981)10, S. 690–695.
- [7] Weingartmann, H.: Unterdachtrocknung mit solar erwärmter Luft. Praktische Landtechnik, Wien 36(1983)2/3, S. 50–52.
- [8] Schulz, H.: Neue Fortschritte und Erkenntnisse bei der solartechnischen Trocknung von Heu. Landtechnik, Lehrte 40(1985)4, S. 169–173.
- [9] Pfister, T.: Sonnenkollektoren für die Heubelüftung. Schweizer Landtechnik, Brugg 45(1983)12, S. 705–710.
- [10] Keller, J.; Kyburz, V.: Dimensionierung von Sonnenkollektoren für die Heubelüftung. FAT-Berichte, Tänikon (1987)325.
- [11] Spittel, A.: Computersimulation der Belüftungskonservierung – eine Methode zur optimalen Bewirtschaftung von Trocknungsanlagen. agrartechnik, Berlin 36(1986)10, S. 454–456.
- [12] Spittel, A.: Trocknungs- und Befeuchtungskinetik von Gras in dünnen Schichten. Grundlagen der Landtechnik, Düsseldorf 38(1988)5, S. 143–148.
- [13] Neubert, G.: Zur Effektivität von Maßnahmen der Energieeinsparung in der Grobfutterproduktion. Adl der DDR, Dissertation B 1984.

A 1

Neuer Schleifkopf für die automatische Mähmesserschleifmaschine AMS 1/2

Dipl.-Ing. G. Krüger, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung und Energieanwendung in der Landwirtschaft Schlieben der AdL der DDR

In der Landwirtschaft der DDR dominieren derzeit zur Halmgutmahd die auf dem Prinzip des Scherenschneidwerks beruhenden Finger- und Doppelmessermähssysteme [1]. Mehr als 95% der Getreide-, Feldfutter- und Graslandflächen werden mit ihnen gemäht. Seit den 60er Jahren stellt der VEB Eisenwerk Elterlein zum Nachschleifen abgestumpfter Mähmesser automatische Mähmesserschleifmaschinen bereit. Die größte Verbreitung erreichte davon in vielen Landwirtschaftsbetrieben der Maschinentyp AMS 1/2 (Bild 1).

Im Gegensatz zu internationalen Mähmesserschleifmaschinen [2] werden mit dieser Maschine zwei Mähklingen gleichzeitig geschliffen. Die damit erreichte Produktivität

entspricht einer Forderung der landwirtschaftlichen Großbetriebe. Mähmesserlängen bis 6,70 m (Getreideschneidwerke) bzw. 5,10 m (Feldfutterschneidwerke) sind, von Hand oder halbautomatisiert nicht mehr nachschleifbar.

Die verstärkte Nutzung des automatisierten Mähmesserschleifens offenbarte jedoch auch eine Reihe von Problemen. Fallen z. B. Mähmesser für Doppelmesser- bzw. Fingerschneidwerke gleichzeitig an, so sind diese nur nach Austausch von Spezialschleifköpfen und deren nachfolgender genauer Einstellung nachschleifbar. Dieser Umrüstungsaufwand sowie die Zeit für das ständige Nachjustieren der schnell verschleißenden Schleifkörper werden massiv bemängelt.

Weiterhin ist die Lagefixierung Mähklingenschneide-Schleifkörper nicht jederzeit gesichert.

Die konstruktiv vorgesehene Queranpassung der beiden Schleifspindeln an die Lageabweichungen der Klingen wird durch die Antriebsriemenzugkräfte (s. Bild 1) blockiert. Dazu kommt, daß durch die innerhalb der Schleifspindeln befindliche vorgespannte Druckfeder C1,1 × 11 × 9,5 (TGL 18 395) der örtliche Anfangsaufdruck der Schleifkörper bereits 30,2 N (nach vollem Vertikalausgleich 38 N) beträgt. Diese hohen Belastungen vertragen augenscheinlich sowohl der Schleifkörper als auch die Mähklingenschneide nicht mehr.

Äußerlich sichtbare Qualitätsmängel sind: